

исходя из уравнения состояния идеального газа  $P = nkT$ . Начальные скорости частиц выбираются случайным образом в соответствии с распределением Максвелла.

Для получения распределения числовой плотности в системе вводится слой ячеек, расположенный на поверхности, проходящей через центр отверстия. На каждом временном шаге вычисляются значения параметров газового потока в каждой ячейке двумерной сетки. Результаты записываются в файл.

Разработана рабочая программа для расчета макропараметров потока, учитывающая диффузно-зеркальное взаимодействие частиц с поверхностью. При помощи этой программы на начальном этапе работы получены осевое и радиальные распределения числовой плотности внутри системы в различные моменты времени. Исследовано изменение числовой плотности в различных точках системы в зависимости от температуры стенок и размеров системы.

Анализ полученных на первом этапе результатов подтверждает установление стационарного распределения макропараметров потока в системе со временем релаксации. Значения вычисленных параметров потока в пределах расчетной погрешности (1-2%) совпадают с имеющимися теоретическими данными.

Полученные значения соответствуют свободномолекулярному режиму течения. В дальнейшем планируется выполнить данный расчет и в промежуточном режиме.

1. Саксаганский Г.Л., Молекулярные потоки в сложных вакуумных структурах, Атомиздат (1980).
2. Берд Г., Молекулярная газовая динамика, Мир (1981).

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ**

Якупов Д.Т.\*, Сабиров И.С.

Набережночелнинский институт Казанского федерального университета,  
г. Набережные Челны, Россия

\*E-mail: [yaqup@mail.ru](mailto:yaqup@mail.ru)

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODELLING OF THE WATER GIVING AND DISTRIBUTION PROCESSES**

Yakupov D.T., Sabirov I.S.

Naberezhnye Chelny institute of Kazan federal university, Naberezhnye Chelny, Russia

This article is about benefits of using the artificial intelligence tools in modeling of the water giving and distribution processes.

Система водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений по подъему воды, ее обработке в целях обеспечения требуемого качества, а также подаче и распределению воды между потребителями [1]. При этом необходимо обеспечение гарантированного водоснабжения потребителей при возможных пиковых нагрузках, при любых отказах элементов системы, а также обеспечение экономически целесообразных режимов работы системы в периоды малых нагрузок.

Структурная схема системы подачи и распределения воды (СППР) представляет собой ориентированный граф, узлами которого являются группы потребителей, объединенных по территориальному признаку. Количество узлов может быть достаточно большим, и граф, зачастую, имеет сложную архитектуру.

Все компоненты СППР тесно связаны, изменение в работе одного из них может оказывать влияние на всю систему в целом. Поэтому важно организовать управление СППР так, чтобы обеспечить адекватное реагирование всей системы при возникновении аварийных ситуаций. Управление такой системой – непростая задача, которая должна быть решена для обеспечения бесперебойного снабжения потребителей в условиях минимальных затрат.

Имитационное моделирование процессов подачи и распределения воды позволяет симитировать поведение системы водоснабжения при тех или иных условиях функционирования.

Использование инструментов искусственного интеллекта (ИИ) позволяет более точно воспроизвести нелинейные и трудноформализуемые процессы [2].

Агентный подход, как метод модульного построения систем ИИ; экспертная система, действующая по формализованным правилам; нейронные сети, обладающие широкими возможностями обработки информации; нечеткие системы, действующие в условиях неопределенности; эволюционные вычисления, обеспечивающие отсеивание наименее оптимальных, согласно заданному критерию, решений – все они, отдельно или в комплексе, могут быть использованы для решения задачи имитационного моделирования процессов подачи и распределения воды.

1. Эгильский И.С., Автоматизированные системы управления технологическими процессами подачи и распределения воды, Стройиздат (1988).
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, Вильямс (2007).